

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung



Aktenzeichen: 203 14 517.8

Anmelddetag: 19. September 2003

Anmelder/Inhaber: Bruker BioSpin AG, Fällanden/CH

Bezeichnung: NMR-Spektrometer mit Greifvorrichtung zur
Handhabung einer Probenhülse mit Außennut

IPC: G 01 R 33/30



Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 23. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Hintermeier".

Hintermeier

Anmelder:

Stuttgart, den 15.09.2003
P8305GM B/P

5 Bruker BioSpin AG
Industriestraße 26
CH-8117 Fällanden

Vertreter:

10 Kohler Schmid + Partner
Patentanwälte GbR
Ruppmannstraße 27
D-70565 Stuttgart

15

**NMR-Spektrometer mit Greifvorrichtung zur Handhabung einer
Probenhülse mit Außennut**

20

Die Erfindung betrifft ein Kernspinresonanz (=NMR)-Spektrometer zur
Untersuchung einer flüssigen Probe in einem Probenrörchen, insbesondere
einem Probengläschen, mit einer das Probenrörchen umgebenden
25 Probenhülse, die eine Bohrung aufweist, in welche das Probenrörchen
einenends eng anliegend eingesteckt ist, wobei insbesondere die
Probenhülse im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet ist und die Bohrung
entlang der Zylinderachse verläuft, und wobei die Probenhülse an ihrem
Außenumfang mindestens eine Nut aufweist.

30

Ein NMR-Spektrometer dieser Art ist beispielsweise durch die Broschüre "Bruker's 1mm MicroProbes, 400-600 MHz, Catalogue of Applications" der Firmengruppe Bruker BioSpin bekannt geworden.

5 Die Kernspinresonanz(=NMR)-Spektroskopie ist eine wirkungsvolle Methode zur Strukturanalyse von chemischen Verbindungen.

Da die zur Verfügung stehende Probenmenge oft sehr gering ist, und auch aus platzsparenden Gründen beim Lagern der Messproben, wird diese

10 Probenmenge in Messkapillaren mit typischer Weise ca. 1 mm Außendurchmesser abgefüllt.

Die Handhabung von Mikroproben ist wegen der Bruchempfindlichkeit der Messkapillare schwierig. Bei dieser Handhabung muss die Probe für eine NMR-
15 Messung in den Bereich eines hohen Magnetfeldes, typischerweise im Inneren einer supraleitenden Magnetspule, transportiert werden, wobei eine hohe Positionierungsgenauigkeit erforderlich ist.

Um die Messkapillare nicht direkt handhaben zu müssen, sind im Stand der
20 Technik Probenhülsen bekannt geworden, vgl. "Bruker's 1mm MicroProbes, 400-600 MHz, Catalogue of Applications". Die Messkapillare – oder allgemeiner ein Probenröhrchen - wird in der Probenhülse gehalten, und nur die Probenhülse wird beim Transport direkt gehandhabt. Die Probenhülse besteht aus einem ausreichend robusten Werkstoff, wie etwa Kunststoff.
25

Die Handhabung der Probenhülse erfolgt dabei manuell mittels geeignetem Werkzeug, etwa Pinzetten, um die Probenhülse zu positionieren, z.B. um die Probenhülse samt Probenröhrchen von einem Behälter in einen Rotor einzuführen oder umgekehrt. Dieser Prozess erfordert eine hohe
30 Geschicklichkeit des Operateurs und ist für die Probe daher sehr gefährlich.

Das Einführen des Probengläschens in den Messraum des NMR-Magneten geschieht normalerweise mit Hilfe eines Luftpolsters, wobei dieser dynamische

Vorgang sehr kritisch ist und leicht zum Bruch des Probengläschens führen kann, insbesondere wenn die Probenhülse schwer ist und dadurch große Trägheitskräfte auf das Probengläschen ausüben kann. Es ist deshalb aus dem Stand der Technik bekannt, die Probenhülse mit einer oder mehreren Nuten zu versehen, um so Material und Gewicht einzusparen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein NMR-Spektrometer vorzustellen, dass eine sichere Handhabung einer Probenhülse samt Probenröhrchen ermöglicht.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das NMR-Spektrometer eine Greifvorrichtung zur Handhabung der Probenhülse umfasst, dass die Greifvorrichtung mindestens drei Greiffinger aufweist, und dass am Außenumfang der Probenhülse mindestens eine Nut derart 15 ausgebildet ist, dass die Greiffinger in die Nut eingreifen können und im geschlossenen Zustand der Greifvorrichtung auf die beiden Aussenkanten der Nut drücken.

Durch das erfindungsgemäße Zusammenspiel der Nut der Probenhülse mit der 20 Greifvorrichtung kann die Probenhülse vollautomatisch ergriffen werden, wobei ein Höchstmaß an Kontrolle bezüglich der vertikalen Positionierung und der horizontalen Positionierung der Probe erfolgt. Dies wird ermöglicht durch insgesamt mindestens sechs Kontaktpunkte zwischen Greifvorrichtung und 25 Probenhülse. Zwei Kontaktpunkte je Greiffinger verhindern ein Spiel der Probenhülse in Richtung von einer Außenkante zur gegenüberliegenden Außenkante der Nut, und die mindestens drei Greiffinger, bevorzugt gleichmäßig um den Umfang der Probenhülse verteilt, verhindern ein Spiel entlang der Ebenen der Außenkanten der Nut. Die mindestens drei Greiffinger erlauben außerdem eine effektive Zentrierung der Probenhülse, etwa beim 30 Einführen in eine Bohrung.

Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der die Greifvorrichtung vier Greiffinger umfasst. Diese Ausführungsform kann

besonders gut mit einem Probenhülsenbehälter zusammenwirken, bei dem die Probenhülsen (samt Probengläschchen) in einem ebenen Quadratgitter angeordnet sind. Das Quadratgitter kann dann vergleichsweise eng ausgelegt sein, ohne dass die Greiffinger durch die Probenhülsen in ihrer 5 Bewegung beim Zugreifen eingeschränkt würden.

Ebenfalls besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers, bei dem die Greiffinger jeweils 10 einen radial nach innen auf die Symmetrieachse der Probenhülse zu orientierten, konischen oder rundlichen Fortsatz zur Anlage an die beiden Aussenkanten der Nut aufweisen. Ein konischer oder rundlicher Fortsatz ist zum Eingriff in Nuten verschiedener Breiten geeignet und führt stets zu scharfen Kontaktbereichen, die eine eindeutige Führungskontrolle der Probenhülse erlauben.

15 Eine andere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Probenhülse eine konusförmige Bohrung zum Einführen der Injektionsnadel einer Abfüllvorrichtung aufweist. Die konusförmige Bohrung dient als Einweiser und erleichtert so das Einfüllen von Probenflüssigkeit in ein Probengläschchen.

20 Damit das Probengläschchen gasdicht mit der Probenhülse verbunden werden kann, ist in einer bevorzugten Ausführungsform ein zylinderförmiger Presssitz mit sehr genauen Innenmassen vorgesehen, in den das Probengläschchen eingesteckt wird. Dieser Presssitz darf einerseits nicht zu 25 eng sein, da das Probengläschchen sonst zerbrechen könnten, anderseits auch nicht zu weit, da sonst die gasdichte Verbindung nicht gewährleistet ist.

30 Vorteilhafter Weise ist bei einer Ausführungsform die Probenhülse mit einer Abschlusskugel insbesondere gasdicht verschließbar. Dadurch wird eine Verschlechterung oder Destabilisierung der Probe durch Verdampfungsprozesse oder Oxidation vermieden.

Bevorzugt ist weiterhin eine Ausführungsform, bei der der

Außendurchmesser des Probenröhrchens weniger als 2 mm, insbesondere ca. 1 mm beträgt. Bei solch mechanisch empfindlichen Probenröhrchen oder -gläschen ist die erfindungsgemäße maschinelle und kontrollierte Handhabung besonders vorteilhaft.

5

Bevorzugt ist es weiterhin, wenn bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers die Probenhülse eine Codierung, insbesondere eine Datenmatrix ("data matrix"), mit Daten zur Identifikation der Probe aufweist. Dadurch werden Versuchsabläufe einfacher

10 protokollierbar und unverwechselbar einer bestimmten Probe zugewiesen. Die Datenmatrix kann aufgedruckt oder auch mit einem Laser aufgebrannt werden. Als Codierung kann auch ein maschinenlesbarer Barcode verwendet werden.

15 Bevorzugt ist ferner eine von Auge lesbare alphanumerische Beschriftung der Probenhülse, die zur Identifikation des Behälters und der Position innerhalb dieses Behälters dient, wo das Probengläschen versorgt werden muss.

20 Bevorzugt weist bei einer Ausführungsform die mindestens eine Nut einen polygonalen, vorzugsweise einen rechteckförmigen oder dreieckigen Querschnitt auf. Solche Nuten sind leicht zu fertigen und besitzen typischerweise scharfe Außenkanten, d.h. Übergänge zum nicht ausgesparten Bereich der Probenhülse am Außenmantel. Die scharfen Außenkanten verringern ein Spiel der Probenhülse in der Greifvorrichtung im geschlossenen (=haltenden) Zustand.

25 Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers, bei der die mindestens eine Nut als eine um den ganzen Umfang der Probenhülse verlaufende, durchgängige Zentrierungsnut ausgebildet ist. In diesem Fall muss keine Orientierung (Rotation) der Probenhülse oder der Greiffinger vor dem Ergreifen der Probenhülse durchgeführt werden, denn die Nut ist dann in jeder Drehstellung der grob zylindermantelartig ausgebildeten Probenhülse gleich gut zu ergreifen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Probenhülse mehrere Nuten, insbesondere mehrere um den ganzen Umfang der Probenhülse verlaufende Nuten auf. Die zusätzlichen Nuten können für die Handhabung mit verschiedenen Greifvorrichtungen ausgebildet sein, oder aber zum Greifen der Probenhülsen auf verschiedenen Höhen oder zur Gewichtseinsparung dienen.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers sieht vor, dass die Probenhülse einen Außendurchmesser von kleiner oder gleich 10 mm, insbesondere 3 bis 8 mm, aufweist. Dieser Bereich von Außendurchmessern ist einerseits hinreichend klein, um niedrige Gewichte zu erreichen (Trägheitskräfte!), und anderseits hinreichend gross, um eine einfache Fabrikation zu gewährleisten.

Ebenfalls in den Rahmen der vorliegenden Erfindung fällt eine Probenhülse eines erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers, die dadurch gekennzeichnet ist, dass am Außenumfang der Probenhülse eine Nut derart ausgebildet ist, dass die Greiffinger der Greifvorrichtung zur Handhabung der Probenhülse an mindestens drei radial um den Umfang der Probenhülse verteilt angeordneten Stellen in die Nut eingreifen können und im geschlossenen Zustand der Greifvorrichtung auf die beiden Aussenkanten der Nut drücken. Der erfindungsgemäß eingerichtete Kontakt der Nut zu den Greiffingern ermöglicht das einfache, sichere und automatische Handhaben der Probenhülse.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

5 Figur 1a: einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Probenhülse entlang ihrer Längsachse;

Figur 1b: eine Aufsicht auf das untere Ende der erfindungsgemäßen Probenhülse von Figur 1a;

10 Figur 2: einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Probenhülse entlang ihrer Längsachse mit einem darin angeordneten Probengläschen (unten) und eine Aufsicht auf die Probenhülse von oben (oben);

15 Figur 3: einen schematischen Querschnitt durch einen Teil eines erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers mit einer Greifvorrichtung und einer Probenhülse;

20 Figur 3a: einen Detailausschnitt aus Figur 3 im Bereich eines rundlichen Fortsatzes eines Greiffingers;

Figur 4: einen schematischen Querschnitt durch einen Teil eines erfindungsgemäßen NMR-Spektrometers gemäß Figur 3 mit einem Spreizkonus;

25 Figur 5: eine schematische Ansicht auf einen Behälter für Probenhülsen und die vier Greiffinger einer Greifvorrichtung, die eine der Probenhülsen handhaben.

30 Die **Figur 1a** zeigt einen Schnitt entlang der Schnittebene A-A durch eine erfindungsgemäße Probenhülse 1. Eine Ansicht von unten zeigt die **Figur 1b**, in der auch die Schnittebene A-A eingezeichnet ist.

Die grob zylinderförmige Probenhülse 1 weist in ihrem oberen Bereich mehrere umlaufende Nuten 2, 3a, 3b auf, wobei die mittlere Nute 2 zum Eingriff von Greifringen geeignet ist. Die Nuten 3a und 3b sind zur Gewichtsreduktion der Probenhülse 1 eingebracht. Im unteren Bereich der Probenhülse 1 sind

5 mindestens drei, z.B. sechs zentrierende elastische Federarme 4a-4f ausgebildet, die eine Zentrierung eines zu haltenden Probengläschens mitbewirken. Die Federarme 4a-4f sind durch sechs Schlitze 5a-5f voneinander getrennt. An den unteren Enden der Federarme 4a-4f sind Innenflächen 6 ausgebildet, die direkt am Probengläschen zur Anlage kommen.

10

Die Probenhülse 1 besitzt etwa mittig eine zylinderförmige Aussparung als gasdichten (und damit auch flüssigkeitsdichten) Presssitz 7 für das Probengläschchen. Durch eine zylinderförmige Zugangsöffnung 9 und einen konusförmigen Bohrung 8 kann eine Injektionsnadel in ein gehaltenes 15 Probengläschchen zur Befüllung eingeführt werden.

15

In **Figur 2** ist die erfindungsgemäße Probenhülse 1 ebenfalls in einem Querschnitt entlang der Ebene A-A dargestellt. In der Probenhülse 1 ist ein 20 Probengläschchen 12 eingespannt, dass aus einer röhrenförmigen, unten geschlossenen Glaskapillare besteht.

20

Im Bereich der oberen Zugangsöffnung und der konusförmigen Bohrung ist eine Abschlusskugel 11 angeordnet, die einen gasdichten (und damit auch flüssigkeitsdichten) Verschluss des Probenhülse 1 erlaubt, so dass in das 25 Probengläschchen 12 keine Luft eindringen kann und auch keine Probenbestandteile nach außen verdunsten können.

25

Im oberen Bereich der Figur 2 ist eine Aufsicht von oben auf die erfindungsgemäße Probenhülse 1 dargestellt. Auf dem scheibenförmigen 30 oberen Rand sind eine Datenmatrix 10a und eine alphanumerische Beschriftung 10b zur Identifikation der Probe bzw. der Lagerposition der Probe in einem zugehörigen Behälter (oder Aufbewahrungssystem) angebracht. Die Datenmatrix enthält Informationen über die Probensubstanz, etwa Herkunft,

Zusammensetzung, Gefahrstoffhinweise, Experimentbezeichnung und dergleichen.

In der **Figur 3** ist in einer Schnittdarstellung eine zur Erfindung gehörige

5 Greifvorrichtung 13 dargestellt, die im geschlossenen Zustand eine Probenhülse 1 (vergleiche dazu die vorherigen Figuren) hält. Die Greifvorrichtung 13 ist bezüglich ihrer Greiffinger 14a-14d und ihrem oberen zylinderförmigen Hauptteil aus einem einzigen Vollkörper herausgefertigt, damit die erforderliche Genauigkeit bei der mechanischen Bearbeitung erreicht wird.

10 Dabei werden z.B. Dreh- und Fräsvorgänge angewendet.

Die Greiffinger 14a-14d greifen mit rundlichen Fortsätzen 15a-15d in die mittlere Nute der Probenhülse 1 ein. Dabei drücken die Greiffinger 14a-14d von außen her kommend mit einer radial nach innen weisenden Kraft an die radial 15 äußereren Kanten der mittleren Nut. Die Anlage der rundlichen Fortsätze 15a-15d an die Nut erfolgt an den Kontaktpunkten 17, vgl. die Ausschnittvergrößerung von **Figur 3a**. Die radial nach innen weisende Kraft wird einerseits durch die Elastizität der Greiffinger 14a-14d und anderseits durch einen elastischen O-Ring oder Federring 16 aufgebracht, welcher sich zusammenziehen sucht.

20

Figur 4 zeigt einen ähnlichen Querschnitt wie Figur 3 und erläutert den Öffnungsmechanismus der Greifvorrichtung 13. In einer teilweise konusförmigen Aussparung im Inneren der Greifvorrichtung 13 ist ein Spreizkonus 18 angeordnet. Der Spreizkonus 18 kann auf- und abwärts bewegt 25 werden. Durch einen Vortrieb des Spreizkonus 18 nach unten wird eine vordere Fläche 18a des Spreizkonus an dem konusförmigen Teil der Aussparung im Inneren der Greifvorrichtung 13 angelegt, und die Greifvorrichtung wird in ihrem unteren Teil, insbesondere im Bereich der Greiffinger, gespreizt (geweitet). Dabei gleiten die rundlichen Fortsätze der Greiffinger nach außen aus der mittleren Nut der Probenhülse heraus, und die Probenhülse wird freigegeben.

Wird umgekehrt der Spreizkonus 18 wieder nach oben bewegt, so zieht die Elastizität der Greiffinger und des O-Rings oder Federrings 16 die Greiffinger wieder zusammen, wobei die Probenhülse eingeklemmt wird.

- 5 **Figur 5** zeigt einen Behälter 19 zum Aufbewahren und Transportieren von mehreren Probenhülsen 1. Die vierzählig symmetrische Geometrie der Greiffinger 14a-14d entspricht der Geometrie der vierzählig symmetrischen Lücken zwischen den in Spalten und Reihen angeordneten Probenhülsen 1. Die Probenhülsen 1 sind jeweils in geeigneten Ausnehmungen oder Bohrungen 10 in einer Halteplatte des Behälters 19 angeordnet. Die Flächendichte der Probenhülsen 1 ist so gewählt, dass die Lücken (=der Leerplatz) zwischen den Probenhülsen 1 gerade ausreichen, um die Greiffinger 14a-14d in die Lücken absenken zu können. Durch die angepasste Geometrie von Greiffingern 14a-14d und den Lagerorten im Behälter 19 können die Probenhülsen 1 eng 15 anliegend aufbewahrt werden.

Bevorzugt ist der Behälter 19 definiert bezüglich der Greifvorrichtung angeordnet, um so ein automatisches Handhaben der Probenhülsen 1 zu erleichtern.

Bezugszeichenliste

1 Die erfindungsgemäße Probenhülse, die aus einem Stück hergestellt ist.

5 2 Die Nute, in welche die Greiffinger 14a,b,c,d greifen sollen.

3a,b Nuten zur Reduktion des totalen Gewichtes der Probenhülse.

4a,b,c,d,e,f Federnde Zentrierarme der Probenhülse 1, die für die axiale und radiale Zentrierung des Probengläschens 12 in Bezug zur Probenhülse mitverantwortlich sind.

10 5a,b,c,d,e,f Schlitze, mit denen die federnde Wirkung der Zentrierarme 4a,b,c,d,e,f erreicht wird.

6 Innenflächen der Zentrierarme 4a,b,c,de,f, die auf das Probengläschen drücken und dadurch eine zentrierende Wirkung auf das Probengläschen ausüben.

15 7 Zylinderförmiger Presssitz zum Festhalten des Probengläschens innerhalb der Probenhülse, wodurch ein gasdichter Verschluss zwischen Probenhülse und Probengläschen erreicht wird.

8 Konusförmiger Abschnitt der Probenhülse, welche die problemlose Einführung der Injektionsnadel einer Abfüllvorrichtung in das Probengläschen erlaubt.

20 9 Zylinderförmige Zugangsöffnung der Probenhülse, welche dem gasdichten Verschluss des Probengläschens mit Hilfe der Abschlusskugel 11 dient.

10a,b 25 Datenmatrix sowie alphanumerische Beschriftung der Probenhülse. Diese werden entweder drucktechnisch oder mittels Laserstrahlen auf die Probenhülse aufgedruckt resp. gebrannt.

10a 30 Datenmatrix, welche alle relevanten Daten der Probe enthält.

10b Beschriftung zur Identifikation des Behälters und der Position innerhalb dieses Behälters, wo das Probengläschen versorgt werden muss.

11 Abschlusskugel, die in die Zugangsöffnung 9 der Probenhülse gedrückt wird, und mit der das Probengläschen gasdicht abgeschlossen wird.

12 Probengläschen, das die zu messende Substanz enthält.

5 13 Greifvorrichtung, um die Probenhülse samt Probengläschen an den gewünschten Ort zu transportieren. Um bei dieser Greifvorrichtung die erforderliche mechanische Genauigkeit zu erreichen, wird diese aus einem einzigen Stück durch Dreh-, Fräsen- und Bohrvorgängen erzeugt.

10 14a,b,c,d Greiffinger zum Festhalten und Transportieren der Probenhülse samt Probengläschen.

15a,b,c,d Rundliche Fortsätze, die in die Nute 2 eingreifen und eine Zentrierung der Probenhülse in Bezug zur Greifvorrichtung ermöglichen.

15 16 O-Ring oder Federring, der durch seine Federwirkung die Greiffinger radial nach innen zusammendrückt.

17 Zeigt die beiden Berührungsstellen zwischen dem rundlichen Fortsatz 15c und den Außenkanten der Nute 2.

18 Spreizkonus im Innern der Greifvorrichtung 13, der sich auf- und abwärts bewegen lässt. Dieser besitzt am vorderen Ende eine konische Fläche 18a, mit der die Greiffinger 14a,b,c,d nach außen gespreizt werden können, wodurch die Greifhülse 1 wieder frei wird.

20 18a vordere konische Fläche des Spreizkonus.

25 19 Behälter zum aufbewahren und lagern der Probenhülsen samt Probengläschen.

Schutzansprüche

5 1. Kernspinresonanz (=NMR)-Spektrometer zur Untersuchung einer flüssigen Probe in einem Probenrörchen, insbesondere einem Probengläschen (12), mit einer das Probenrörchen umgebenden Probenhülse (1), die eine Bohrung aufweist, in welche das Probenrörchen einenends eng anliegend eingesteckt ist, wobei insbesondere die Probenhülse (1) im Wesentlichen zylinderförmig 10 ausgebildet ist und die Bohrung entlang der Zylinderachse verläuft, und wobei die Probenhülse (1) an ihrem Außenumfang mindestens eine Nut (2, 3a, 3b) aufweist,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass das NMR-Spektrometer eine Greifvorrichtung (13) zur Handhabung der Probenhülse (1) umfasst,

dass die Greifvorrichtung (13) mindestens drei Greiffinger (14a-14d) 20 aufweist,

und dass am Außenumfang der Probenhülse (1) mindestens eine Nut (2) derart ausgebildet ist, dass die Greiffinger (14a-14d) in die Nut (2) eingreifen können und im geschlossenen Zustand der Greifvorrichtung (13) auf die beiden Aussenkanten der Nut (2) drücken.

25

2. NMR-Spektrometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifvorrichtung (13) vier Greiffinger (14a-14d) umfasst.

30

3. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Greiffinger (14a-14d) jeweils einen
radial nach innen auf die Symmetriearchse der Probenhülse (1) zu
orientierten, konischen oder rundlichen Fortsatz (15a-15d) zur Anlage an
die beiden Aussenkanten der Nut (2) aufweisen.

5

4. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass im Innern der Greifvorrichtung (13) ein
Spreizkonus (18) vorhanden ist, der sich auf und abwärts bewegen lässt
10 und am unteren Ende eine konische Fläche (18a) besitzt, mit der die
Greiffinger (14a - 14d) auseinander gespreizt werden können.

15

5. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) einen Presssitz (7)
aufweist, in welchen das Probengläschen gasdicht eingesteckt werden
können.

20

6. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) eine konusförmige
Bohrung (8) zum Einführen der Injektionsnadel einer Abfüllvorrichtung
aufweist.

25

7. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) mit einer
Abschlusskugel (11) insbesondere gasdicht verschließbar ist.

8. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des
Probenröhrchens weniger als 2 mm, insbesondere ca. 1 mm beträgt.

30

9. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) eine Codierung, insbesondere eine Daten-Matrix (10a), mit Daten zur Identifikation der Probe aufweist.

5

10. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) eine alphanumerische Bezeichnung aufweist, welche von Auge lesbar ist und dazu dient, den Behälter und die Position innerhalb dieses Behälters, wo das Probengläschen versorgt werden muss, festzulegen.

10

15. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Nut (2) einen polygonalen, vorzugsweise einen rechteckförmigen oder dreieckigen Querschnitt aufweist.

15

20. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Nut (2) als eine um den ganzen Umfang der Probenhülse (1) verlaufende, durchgängige Zentrierungsnut ausgebildet ist.

20

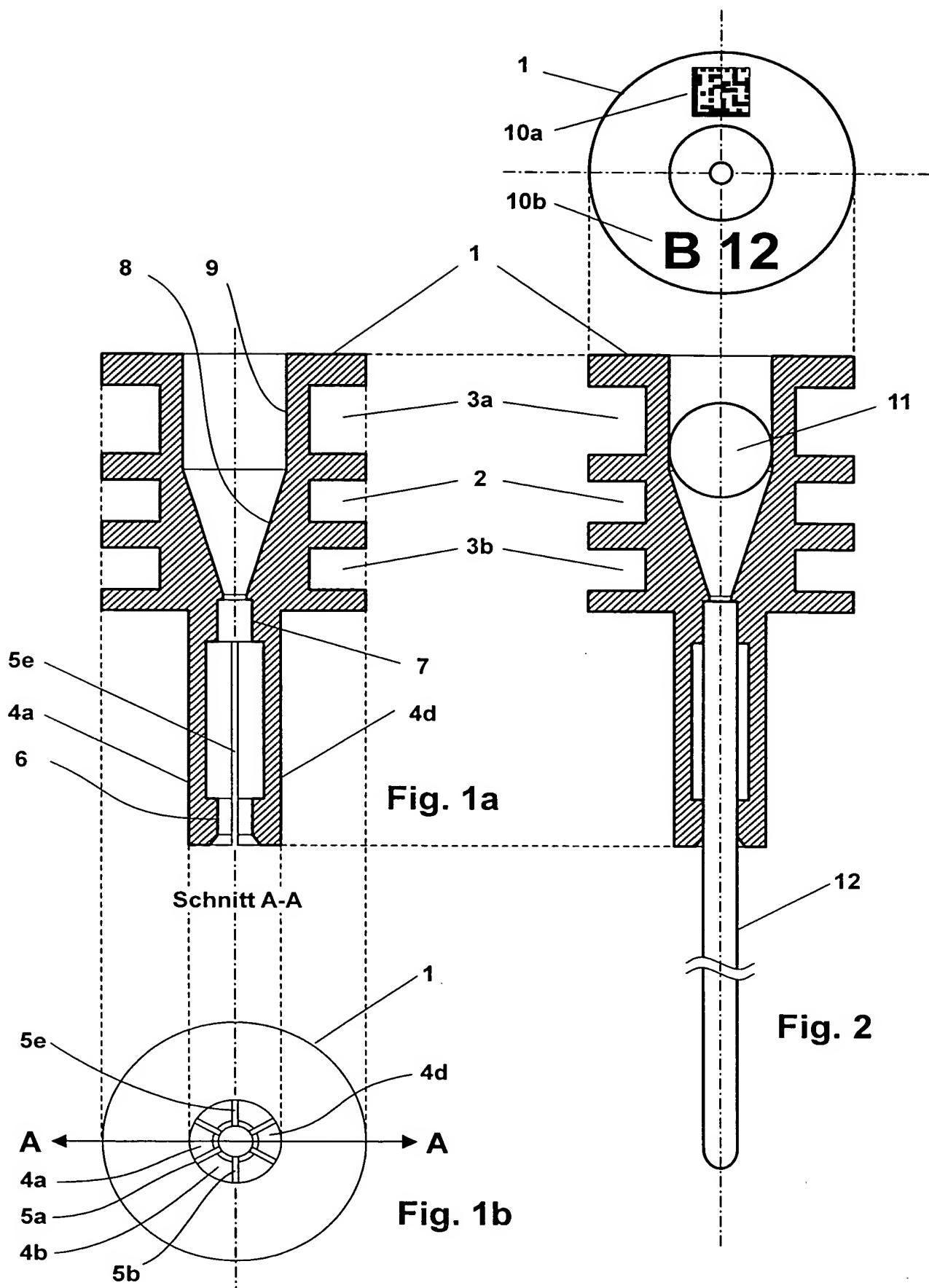
25. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) mehrere Nuten (2, 3a, 3b), insbesondere mehrere um den ganzen Umfang der Probenhülse (1) verlaufende Nuten (2, 3a, 3b) aufweist.

25

30. NMR-Spektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Probenhülse (1) einen Außendurchmesser von kleiner oder gleich 10 mm, insbesondere 3 bis 8 mm, aufweist.

15. Probenhülse (1) eines NMR-Spektrometers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Außenumfang der Probenhülse (1) eine Nut (2) derart ausgebildet ist, dass die Greiffinger (14a-14d) der Greifvorrichtung (13) zur Handhabung der Probenhülse (1) an mindestens drei radial um den Umfang der Probenhülse (1) verteilt angeordneten Stellen in die Nut (2) eingreifen können und im geschlossenen Zustand der Greifvorrichtung (13) auf die beiden Außenkanten der Nut (2) drücken.

5
10



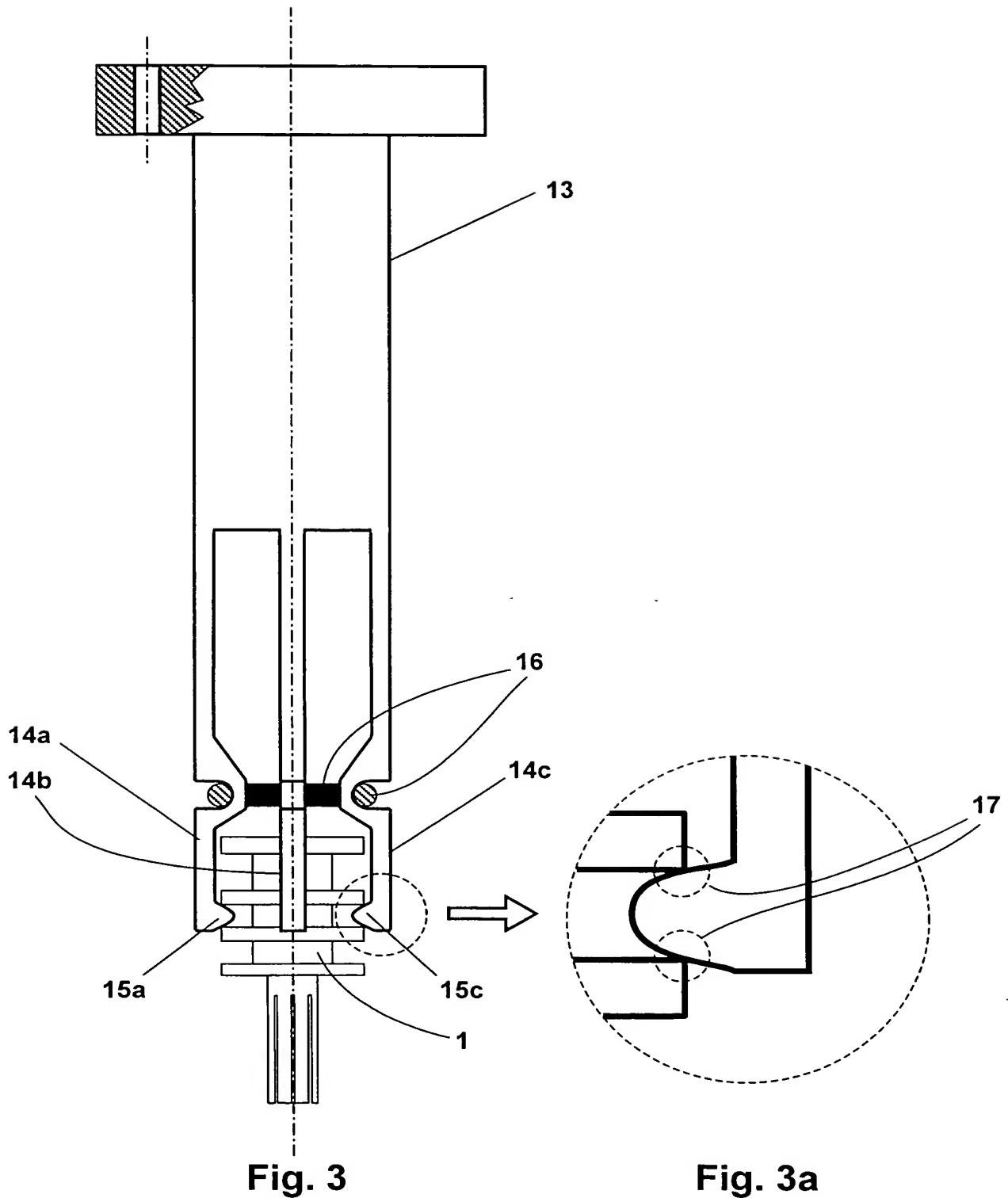


Fig. 3

Fig. 3a

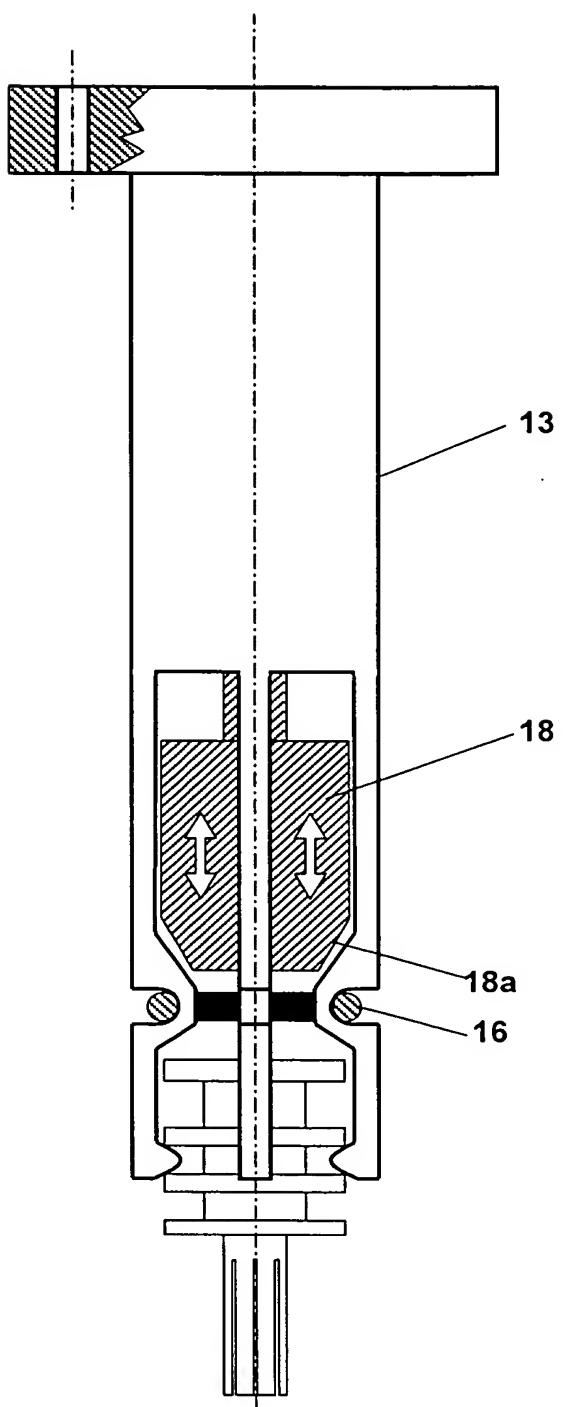


Fig. 4

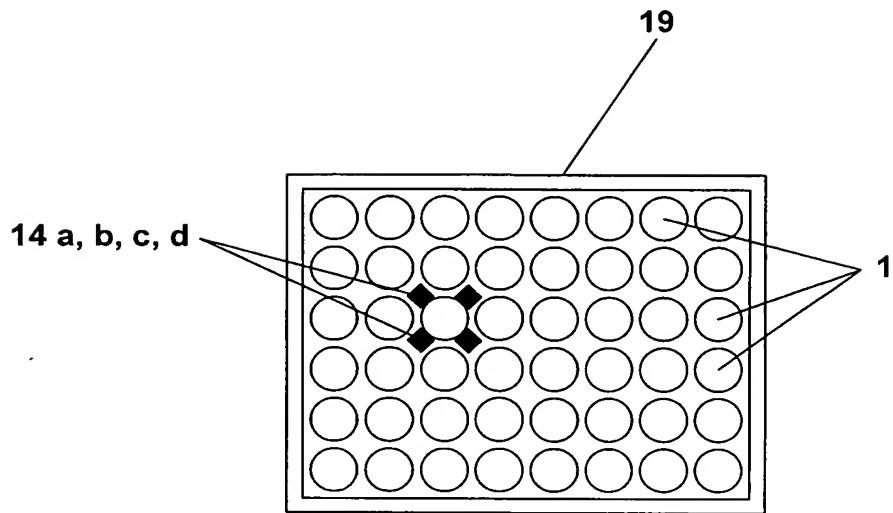


Fig. 5